

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

УДК 669.168
№ госрегистрации 01200905641
Инв. №

УТВЕРЖДАЮ:
Ректор ФГАОУ ВПО «УрФУ имени
первого Президента России Б.Н. Ельцина»

_____ Кокшаров В.А.

«_____» _____ 2011 г.

Государственный контракт от 15 июня 2009 г. № 02.740.11.0152
Шифр заявки «2009-1.1-233-032-007»

ОТЧЕТ
О НАУЧНО – ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

в рамках федеральной целевой программы
«Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы

по теме:
«РАЗРАБОТКА НОВОЙ КОМПЛЕКСНОЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ
МАССОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ»
(промежуточный, этап № 5)

Наименование этапа: «РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ И РЕАЛИЗАЦИЯ
КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И УПРАВЛЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ
И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИМИ АГРЕГАТАМИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ПОЛУЧЕНИЯ
ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ»

ЧАСТЬ 2

Зам. проректора по науке УрФУ,
к-т физ.-мат. наук, доц.

С. В. Устелемов

подпись, дата

Руководитель темы
член-корр. РАН, д-р техн. наук, проф.

Л. А. Смирнов

подпись, дата

Екатеринбург, 2011

ОТЧЕТ
о патентных исследованиях по теме
«Разработка новой комплексной металлургической технологии производства
высококачественных стальных изделий массового назначения»

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

1 Термины и определения

1.1 Патентные исследования—исследования технического уровня и тенденций развития объектов хозяйственной деятельности, их патентоспособности, патентной чистоты, конкурентоспособности (эффективности использования по назначению) на основе патентной и другой информации.

1.2 Объект (патентных) исследований — объект хозяйственной деятельности и сама хозяйственная деятельность субъекта.

1.3 Объект хозяйственной деятельности — объекты техники, в том числе создаваемые по Государственному оборонному заказу, объекты промышленной (интеллектуальной) собственности, ноу-хау, услуги, предоставляемые хозяйствующим субъектом.

1.4 Объект интеллектуальной собственности — промышленная собственность (изобретения, полезные модели, промышленные образцы, товарные знаки), программы для ЭВМ и базы данных, топологии интегральных микросхем, ноу-хау.

2 Сокращения

2.1 НИР и ОКР—научно-исследовательские, опытно-конструкторские (включая аванпроект), проектно-конструкторские, проектные, изыскательские, технологические работы.

2.2	з.	- заявка
2.3	а.с.	- авторское свидетельство
2.4	оп.	- опубликовано
2.5	МПК (МКИ)-	международная патентная классификация (международная классификация изобретений)
2.6	УДК	- универсальная десятичная классификация
2.7	ЕР	- европейский охранный документ
2.8	WO	- международная заявка

СОДЕРЖАНИЕ

Общие данные об объекте исследования	5
1 Основная часть	5
1.1. Технический уровень и тенденции развития	5
Заключение	25
Приложение А. Регламент поиска	27
Приложение Б. Отчет о поиске	31
Патентная документация	32
Научно-техническая документация	41

Общие данные об объекте исследования

1. Организация-разработчик: ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

2. Наименование темы: «Разработка новой комплексной металлургической технологии производства высококачественных стальных изделий массового назначения».

3. Начало поиска 01.06.2011

Окончание поиска 30.08.2011

4. Назначение, область применения и краткое описание объекта техники:

1 Основная часть

1.1 Технический уровень и тенденции развития

Вопрос прогнозирования физико-химических свойств металлических и оксидных расплавов актуален для разработки новых и совершенствования существующих производственных схем металлургии. Наиболее важными в технологическом отношении свойствами расплавов являются вязкость, плотность и поверхностное натяжение.

Вязкость является одним из наиболее значимых свойств расплавов, поскольку в основе многих металлургических процессов лежат явления тепло - и массообмена расплавах.

Плотность дает информацию о степени ионности связей, структурных особенностях и строении расплавов, и в ряде случаев позволяет судить об особенностях межчастичного взаимодействия. Знание плотности металлических и оксидных расплавов необходимо для конструирования аппаратов в металлургической промышленности. Поверхностное натяжение также необходимо при разработке многих технологических процессов в металлургии.

1.1.1. Из многочисленных методов измерения плотности и поверхностного натяжения расплавов по степени распространенности и точности можно выделить следующие:

- дилатометрический;
- пикнометрический;
- максимального давления в газовом пузырьке или капле жидкости;
- метод лежащей капли;
- протекающего излучения;
- гидростатического взвешивания.

Дилатометрический метод.

В этом методе экспериментально определяют высоту подъема расплава в капилляре или удлиненном тигле.

В Институте высоких температур РАН плотность расплавленных калий-цезиевых сплавов исследовали методом дилатометрии, погрешность измерений оценена равной 0,1-0,2% (РЖ «Металлургия», 2003, №10, реф. 03.10-15А.41).

Пикнометрический метод.

Пикнометрия – это определение массы известного объема жидкости. Для измерения плотности расплавов солей применяют кварцевые пикнометры, которые состоят из приемника для исследуемого образца и калиброванного капилляра. Плотность, температурную зависимость плотности, а также изменение плотности при плавлении определяют, фиксируя высоту подъема уровня расплава. Плотность высокотемпературных расплавов (например, жидкое железо) измеряют пикнометром, изготовленным из Al_2O_3 .

В Институте высоких температур РАН плотность жидких натрий-цезиевых сплавов исследовали пикнометрическим методом погрешность экспериментов не превышала 0,15% (РЖ «Металлургия», 2002, №12, реф. 02.12-15А.45). Институтом также разработано и защищено патентом устройство для определения электропроводности и плотности жидких электролитов, которое обеспечивает дистанционное автоматическое измерение электропроводности и плотности электропроводящих жидких сред - водные растворы солей, расплавы металлов и сплавов и др. Это достигается тем, что электрические цепи излучателя и приемника электрически изолированы друг от друга и от исследуемой среды (излучатель включен в единую цепь с

генератором, а приемник с измерителем). Измерение перечисленных параметров осуществляется на основе принципа измерения затухания амплитуды высокочастотного электромагнитного сигнала в электропроводящей среде, а не за счет прямого измерения электропроводности. При этом зондирующие элементы могут изготавливаться из любого не дорогостоящего металла с защитным покрытием поверхности, например полимерным (патент РФ 2054685, МПК G01R27/22, оп. 20.02.1996).

Кабардино-Балкарским государственным университетом разработаны и защищены охранными документами:

- прибор для определения плотности жидких металлов и сплавов пикнометрическим методом, позволяющий получать надежные и высокоточные измерения с погрешностью 0,06% (РЖ «Металлургия», 2008, №5, реф. 08.05-15Б.131; патент РФ 2304275, МПК G01N9/02, оп. 10.08.2007);

- способ определения температурного коэффициента поверхностного натяжения жидкостей и устройства для его осуществления, путем создания разности температур между двумя сообщающимися сосудами с исследуемой жидкостью, в которые опущены идентичные сообщающиеся капилляры, с последующим уравниванием изменения давления в капиллярах, перемещением одного из сосудов относительно капилляра (а.с. СССР № 744282, МПК G01N13/02, оп. 30.06.1980; а.с. СССР № 832423 МПК G01N13/02, оп. 23.05.1981);

- способ определения температурного коэффициента поверхностного натяжения жидкостей, включающий изменение капиллярного давления перегревом жидкости в одном из идентичных сообщающихся между собой параллельных капилляров, погруженных в два сообщающихся сосуда с исследуемой жидкостью, и измерение величины изменения высоты поднятия перегретой жидкости в капилляре - способ определения температурного коэффициента поверхностного натяжения жидкостей и устройство для его осуществления, путем создания разности температур между двумя сообщающимися сосудами с исследуемой жидкостью, в которые опущены

идентичные сообщающиеся капилляры, с последующим уравниванием изменения давления в капиллярах, перемещением одного из сосудов относительно капилляра (а.с. СССР № 830195, МПК G01N13/02, оп. 15.05.1981).

В Чечено-Ингушском государственном университете разработано устройство для определения плотности металлических расплавов, позволяющее определять плотность металлических расплавов различных концентраций, содержащее два двухкапиллярных вакуумных пикнометра, при этом соседние капилляры пикнометров расположены в одной вертикальной плоскости и соединены между собой трубкой, расположенной выше их градуированной части (а.с. СССР № 1158897, МПК G01N9/04, оп. 30.05.1985).

В Китае для измерения плотности жидких сплавов никель-алюминий применен усовершенствованный пикнометрический метод (РЖ «Металлургия», 2005, № 5, реф. 05.05-15А.32).

Метод максимального давления в газовом пузырьке или капле жидкости.

В этом методе используют соотношение между давлением в пузыре газа на глубине металлической ванны и плотностью расплава. По капилляру подают очищенный инертный газ. Когда давление внутри пузыря превысит давление расплава, происходит отрыв пузыря от капилляра. Давление в пузыре в момент его отрыва определяют манометром, заполненным жидкостью с известной плотностью. Для определения плотности расплава определяют давление отрыва пузыря на разной глубине погружения капилляра. Определив плотность расплава, этим же методом определяют поверхностное натяжение расплавов.

В Институте металлургии УрО РАН метод максимального давления в газовом пузырьке применяли для определения плотности и поверхностного натяжения:

- ванадийсодержащих оксидно-фторидных расплавов. Измерительные капилляры из молибдена имели внутренний диаметр 4 мм, в качестве рабочего газа использовали аргон, измерения проводили со скоростью 5-7 пузырьков в минуту, максимальное давление в выдуваемом пузырьке в момент отрыва

фикси́ровали с помощью наклонного манометра, температуру контролировали платино-платинородиевой термопарой. Относительная ошибка при измерении плотности составляла 3,7%, а поверхностного натяжения – 6,5% (Труды 12 Российской конференции «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов», Екатеринбург, 22-26 сент., 2008. Т. 3. Экспериментальное изучение шлаковых расплавов; взаимодействие металл-шлак. Екатеринбург: Имет УрО РАН. 2008, с. 184-186);

- расплавов системы железо-кремний-сера (Расплавы. 1999, №3, с.18-25);
- титансодержащих оксидно-фторидных расплавов в температурном интервале 1673-1873°K (Труды 7 Российского семинара, Курган. 2004. Курган: Изд-во Курган.гос. ун-та. 2004, с.75-76).

В Уральском техническом университете - УПИ (далее – УПИ) метод максимального давления в пузырьке газа применяли для определения плотности и поверхностного натяжения расплавов:

- галогенидов щелочных металлов с тетрафторидом циркония в широком температурном и концентрационном интервалах. Капилляром служила платиновая трубка, в качестве рабочего газа использовали аргон. Погрешность измерения плотности - 1,5%, поверхностного натяжения – 2,0% (Расплавы. 2000, № 4, с. 89-92);

- карбоната и хлорида натрия при образовании смешанных расплавов (РЖ «Металлургия», 2001, №1, реф. 01.01-15А.46).

В НИИМонтаж г.Краснодар методом максимального давления в газовом пузырьке проводили измерение поверхностного натяжения и плотности шлаковых расплавов. Установка состояла из высокотемпературной печи сопротивления типа Таммана и измерительной части, в качестве рабочих тиглей использовали тигли из графита, форма тигля обеспечивала нахождение расплавленного шлака в середине зоны нагрева. К поверхности исследуемого расплава подводилась платино-платинородиевая термопара. Термо-ЭДС измеряли цифровым ампервольтметром Ф-30 (Труды 10 Российской конференции «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов»,

Т.3. Экспериментальные исследования структуры и свойств шлаковых расплавов. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ. 2001, с.84-88; (РЖ «Металлургия», 2000, №10, реф. 00.10-15А.49).

В Уральском научно-исследовательском институте черных металлов разработан способ определения поверхностного натяжения жидкостей и расплавов путем измерения давления в газовом пузырьке, формируемом с помощью вертикально расположенного капилляра, при этом каплю исследуемого вещества наносят на верхний конец капилляра и раздувают в пузырек, причем давление измеряют в любой момент времени (а.с. СССР № 419768, МПК G01N13/02, оп. 15.03.1974).

В Кабардино-Балкарском государственном университете разработаны:

- способ определения поверхностного натяжения жидкостей методом максимального давления в капле, выдавливаемой из капилляра, в котором максимальное давление создают с помощью центробежных сил и измеряют угловую скорость вращения капилляра с жидкостью в момент выдавливания капли (а.с. СССР № 989386, МПК G01N13/02, оп. 15.01.1983);

- устройство для измерения межфазного натяжения путем измерения максимальных давлений, необходимых для продавливания капель жидкости (а.с. СССР № 940011, МПК G01N13/02, оп. 30.06.1982).

В Чечено-Ингушском государственном университете разработано устройство для измерения поверхностного натяжения металлических расплавов методом максимального давления в капле, содержащее вертикальный измерительный капилляр, манометрический баллон, расположенный над капилляром и сообщающийся через канал с нижним концом капилляра, заправочные бункера, камеру для добавок, напорные емкости, распределительную емкость, сообщающуюся каналами с днищами напорных емкостей и через канал с капилляром, при этом устройство выполнено с возможностью вращения вокруг взаимно перпендикулярных осей (а.с. СССР № 1783377, МПК G01N13/02, оп. 23.12.1992).

В Китае разработан способ и изготовлен прибор для быстрого измерения поверхностного натяжения расплава. Поверхностное натяжение рассчитывают по таким параметрам, как число пузырьков за фиксированное время, разность давлений, диаметр капилляра и температура расплава (РЖ «Металлургия», 2009, №1, реф. 09.01-15А.46).

Метод лежащей капли.

Измерение поверхностного натяжения методом неподвижной капли считается одним из самых надежных способов и является самым точным. Форма капли расплава, лежащей на несмачиваемой или плохо смачиваемой подложке, зависит от поверхностного натяжения, разности плотностей газовой и жидкой фаз, ускорения свободного падения и количества фазы, образующей каплю. В случае метода «большой» капли вместо подложки применяется чашка.

В Физико-техническом институте УрО РАН (Ижевск) методом лежащей капли изучены температурные зависимости плотности и поверхностного натяжения жидкого железа и расплавов на его основе с добавками никеля, меди, кобальта, углерода и бора. Для формирования капли расплава использовали калиброванные по объему чашки из оксида бериллия, измерения проводили в атмосфере гелия, каплю расплава фотографировали на фотопленку в режиме повышения температуры, для измерения параметров капли использовали микроскоп ИМЦ 100х50А и цифровое счетное устройство УЦО-2 (Расплавы. 2001, №6, с.85-92).

В Институте химии твердого тела УрО РАН метод большой капли применяли для изучения поверхностного натяжения сплавов алюминия и галлия (Металлы. 2005, № 3, с. 20-25). В институте проведена автоматизация установки, где процессом измерения управляет компьютер. Изображение лежащей капли получается с помощью видеокамеры, цифровой видеопроцессор преобразует аналоговое изображение в цифровое, которое записывается в память компьютера. Применение программы математической обработки (Drop) позволяет полностью заменить фототехнологию и ручное измерение контура

капли при проведении эксперимента, что дает возможность точно определять объем капли, поверхностное натяжение и плотность расплавов. Перспективность этого направления определяется как малым временем записи изображений, так и появлением возможности производить математические и логические операции с такими изображениями (Труды 11 Российской конференции «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов», Екатеринбург, 14-16 сент., 2004. Т.2. Строение и свойства металлических расплавов. Екатеринбург; Челябинск: Изд-во ЮУрГУ. 2004, с.193-195).

УПИ совместно с Центральным научно-исследовательским институтом материалов и технологии тяжелого и транспортного машиностроения получено авторское свидетельство на устройство для исследования поверхностных свойств расплавов, позволяющее изучать свойства металлов и сплавов при температурах, превышающих температуру ликвидуса, с высокой точностью измерений. Устройство содержит вакуумную печь с рабочей камерой, нагреватель, теплоизолирующие экраны, камеры для размещения капельниц и подложек, установленные с двух сторон рабочей камеры с возможностью перемещения относительно вертикальной и горизонтальной осей, смотровые окна и оптическую систему для измерения параметров (а.с. СССР № 928199, МПК G01N13/02, оп. 15.05.1982).

В Институте металлургии и материаловедения им. А.А.Байкова РАН экспериментально определяли структурные свойства жидких сплавов железо-никель-хром, плотность и поверхностное натяжение методом «большой капли», объем капли рассчитывали на ЭВМ методом интегрирования (Металлы. 2004, №4, с. 15-19).

Комплексный научно-исследовательский институт г.Грозный проводит исследования расплавов индий-таллий, олово-таллий, таллий-свинец в комбинированном приборе, позволяющем изучать поверхностное натяжение и плотность методом максимального давления в капле (Труды 12 Российской конференции «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов», Екатеринбург, 22-26 сент., 2008. Т.3. Экспериментальное изучение

металлических расплавов; взаимодействие металл-шлак. Екатеринбург: ИМет УрО РАН. 2008, с.106-108).

Институт проблем материаловедения НАН Украины занимается изучением физико-химических свойств медь-титановых, медь-циркониевых и титан-циркониевых расплавов с применением метода «большой» капли (Расплавы. 2003, №4, с. 18-24; РЖ «Металлургия», 2003, № 9, реф. 03.09-15А44; 2004, № 11, реф. 04.11-15А64).

Ждановским металлургическим институтом, в настоящее время Приазовский государственный технический университет, (Украина) получены охранные документы на:

- способ измерения межфазного натяжения на границе раздела металл-шлак, заключающийся в формировании капли расплавленного шлака на поверхности расплавленного металла, находящегося в тигле (а.с. СССР № 1002909, МПК G01N13/02, оп. 07.03.1983);

- установку для определения плотности, поверхностного натяжения и краевого угла смачивания расплавленного металла методом «лежащей капли», содержащую вакуумную печь с установленным в ней приспособлением для крепления и юстировки подложки, выполненным в виде уравновешенного грузом стержня, механически соединенного с опорой основания печи, бифилярный нагреватель и оптическую систему (а.с. СССР № 1744594, МПК G01N13/02, оп. 30.06.1992).

Кабардино-Балкарским государственным университетом изучено методом большой капли поверхностное натяжение жидких сплавов свинца с добавками висмута, никеля, серебра (Расплавы. 2006, № 3, с.76-79) и расплавов бинарной системы алюминий-индий (Теплофизика высоких температур. 2003, т.41, № 4, с. 540-544). Университетом разработаны и защищены патентами и авторскими свидетельствами:

- устройство для определения плотности и поверхностного натяжения жидких растворов, преимущественно металлических и полупроводниковых расплавов, содержащее подложку для капли в виде горизонтальной пластины с

двумя вертикальными сквозными цилиндрическими отверстиями, подвижный дозатор с калиброванной выемкой в верхней части, установленный с возможностью горизонтального перемещения относительно подложки, и оптическую систему получения изображения капли (а.с. СССР №1221547, МПК G01N9/00, 13/02, оп. 30.03.1986);

- устройство для определения поверхностного натяжения жидких щелочных металлов и их сплавов, содержащее резервуары, соединенные с капилляром, верхняя часть которого выполнена в виде подложки для капли – круглого столика с горизонтальной поверхностью, кромка которого заточена на «нож» (а.с. СССР № 1469318, МПК G01N13/02, оп. 30.03.1989);

- прибор для измерения поверхностного натяжения и работы выхода электрона металлических растворов в полном концентрационном интервале, содержащий два расположенных друг напротив друга резервуара для компонентов сплавов, измерительные отсеки с анодом, катодом и подложками для формирования капель, соединенные коммуникационными трубками, при этом на дальнотстоящих стенках верхних половин резервуаров установлены затворы-капельницы с горизонтальными капиллярами, концы которых соответственно введены вовнутрь напротив расположенного резервуара. Предложенная конструкция прибора позволяет при одной заправке чистыми компонентами без дальнейшей его разгерметизации и контакта с окружающей средой приготавливать в желаемой последовательности большое число растворов, охватывающих весь концентрационный интервал составов от 0 до 100% и измерять поверхностное натяжение и работу выхода электрона каждого из сплавов желаемое число раз (патент РФ 2086957 МПК G01N13/02, оп. 10.08.1997);

- способ бесконтактного определения поверхностного натяжения жидкостей, находящихся во взвешенном состоянии, заключающийся в фиксации жидкой капли во взвешенном состоянии и раскручивании ее с заданной частотой (вертикально или горизонтально). Раскрученную каплю, принявшую форму эллипсоида вращения, фотографируют в плоскости

вращения, используя обработанные фотоматериалы измеряют большую и малую оси эллипсоида и вычисляют поверхностное натяжение, при этом одним из способов раскручивания жидкометаллического образца является воздействие бегущим полем строго фиксированной частоты. Способ позволяет повысить точность измерений за счет точного определения частоты (патент РФ № 2086956, МПК G01N13/02, оп. 10.08.1997);

- прибор для исследования кинетики адсорбции поверхностно-активного компонента на поверхности жидких бинарных сплавов по изменению со временем поверхностного натяжения свежесформированной поверхности, определяемого прецизионным методом большой капли. Сущность изобретения заключается в том, что мерный объем прибора выполнен в виде резервуара с системой электромагнитных затворов-клапанов различной пропускной способности, обеспечивающих подачу с желаемой скоростью жидкометаллического сплава в чашку измерительного отсека. Использование изобретения позволяет значительно упростить изучение кинетики адсорбции поверхностно-активного компонента сплава и повысить надежность получаемых результатов (патент РФ 2142618, МПК G01N13/00, B22B11/00, 37/00, оп. 10.12.1999).

В Китае также ведутся работы по измерению способом лежащей капли поверхностного натяжения и плотности жидких сплавов никель-вольфрам, никель-хром, никель-молибден, жидкого висмута (РЖ «Металлургия», 2005, № 5, реф. 05.05-15A.31; 2003, № 8, реф. 03.08-15A.64; 2005, № 10, реф. 05.10-15A.70; 2005, № 3, реф. 05.03-15A.69).

Метод проникающего излучения.

Бесконтактное определение плотности по ослаблению проникающего излучения. Тигель с расплавом в кварцевой трубке помещают в печь, тигель перемещают в вертикальном направлении, пропускают гамма-лучи, источником которых служит Co-60, радиоактивностью 100-200 кюри. Для регистрации излучения применяют, как правило, сцинтилляционный счетчик и

фотоумножитель. Усиленный фотоумножителем сигнал передают на пересчетное устройство либо чувствительный гальванометр.

В Институте теплофизики СО РАН г. Новосибирск плотность сплавов системы олово-свинец в жидком состоянии исследована методом просвечивания образцов узким пучком монохроматического гамма-излучения от изотопа цезий-137, погрешность определения 0,1-0,3% (Теплофизика высоких температур. 2006, т.44, № 3, с.393-400).

В Санкт-Петербургском технологическом институте (техническом университете) разработаны экспериментальные метод и установка для измерения термофизических свойств оксидных расплавов бесконтактным способом на основе газо-пленочной левитации (РЖ «Металлургия», 2009, № 4, реф. 09.04-15А.29).

Метод гидростатического взвешивания.

Под действием выталкивающей силы масса тела уменьшается на величину массы вытесненной жидкости. Для регистрации изменения массы используют весы. В расплав погружают шарик из W, Mo или Pt, закрепленный на тонком штоке. В агрессивных средах, например, в расплавах Fe, вольфрамовые или молибденовые тела погружения покрывают тонким защитным слоем из Al_2O_3 или ZrO_2 .

Наибольшей составляющей ошибки опыта является ошибка от влияния силы поверхностного натяжения на силу выталкивания тела погружения. Для ее устранения применяют тела погружения различного объема, закрепленные на штоке постоянного диаметра.

Достоинство метода заключается в простоте постановки эксперимента. Однако существуют экспериментальные трудности: предварительное определение поверхностного натяжения и коэффициента расширения материала тела погружения. Точность метода 0,1-1%.

1.1.2. Методы измерения вязкости основаны на регистрации в процессе измерения параметров, функционально связанных с вязкостью, и можно выделить следующие:

- капиллярного истечения;
- вибрационные;
- падающего шарика;
- вращающихся цилиндров;
- затухающих крутильных колебаний.

Метод капиллярного истечения.

Метод основан на законе Пуазейля, описывающем закономерности движения жидкости в капилляре, и осуществляется в капиллярном вискозиметре. При высокой температуре расплавов возникает трудность в подборе материала вискозиметра – он не должен взаимодействовать и изменять форму. Обычно используют капилляры из кварца, иногда из платины.

Точность измерения вязкости жидких металлов методом капиллярного истечения зависит от точности определения радиуса и длины капилляра, отсчета времени, измерения давления и объема сосудов.

Приазовским государственным техническим университетом (Украина) разработана конструкция высокотемпературного вискозиметра для определения вязкости жидкой стали капиллярным методом (РЖ «Металлургия», 2003, № 7, реф. 03.07-15А.42).

В ГДР фирмой VEB Chemiefaserwerk Guben «Herbert Warnke» велись работы по исследованию вязкости расплавов, фирмой получены патенты на способ определения вязкости высоковязких расплавов с помощью измерительного капиллярного устройства и на конструкцию вискозиметра (патенты ГДР № 239471, МПК G01N11/08, оп. 24.09.1986; № 239470 МПК G01N11/08, оп. 24.09.1986).

Вибрационный метод.

Вибрационный метод основан на определении изменений параметров вынужденных колебаний тела (пластины, шара, цилиндра) при погружении его в вязкую среду. По значениям этих параметров, обычно используя градуировочную кривую прибора, определяют вязкость.

В Институте металлургии УрО РАН вибрационным вискозиметром, работающем в режиме затухающих колебаний, измерена вязкость ванадийсодержащих оксидно-фторидных расплавов с погрешностью 5%, электропроводность расплавов замеряли мостом переменного тока на частоте 5 кГц с погрешностью 3% (Расплавы. 2008, № 5, с. 3-9). Этими же методами исследовано влияние ниобийсодержащих добавок на вязкость и электропроводность оксидно-фторидных расплавов (Металлы. 2006, № 2, с.44-49).

Институтом теплофизики СО РАН г. Новосибирск разработано и защищено вибрационное устройство для определения физических свойств веществ, например вязкости и плотности, растворов и расплавов путем измерения параметров колебаний механической и колебательной системы, взаимодействующей с исследуемым веществом (а.с. СССР № 609078 МПК G01N11/16, оп. 30.05.1978).

Ждановским металлургическим институтом, в настоящее время Приазовский государственный технический университет, (Украина) разработаны и защищены вибрационные способ и устройства для определения физических свойств веществ, которые могут быть использованы для расплавов:

- вибрационное устройство для определения физических свойств веществ, содержащее преобразователи и колебательную систему, подвешенную за шток к корпусу в двух плоскостях на струнах, закрепленных на корпусе с помощью зажимных приспособлений (а.с. СССР № 1043525, МПК G01N11/16, оп. 24.05.1982);

- вибрационное устройство для определения физических свойств веществ, содержащее измерительную систему и корпус, с размещенными в нем электромагнитными преобразователями с двумя подвижными катушками, закрепленными на штоке и образующими с рабочим органом колебательную систему, при этом катушки расположены в кольцевых зазорах противоположно направленных неподвижных магнитопроводов с постоянным магнитным полем (а.с. СССР № 949419, МПК G01N11/16, оп. 07.08.1982);

- вибрационный способ исследования жидкостей, включающий возбуждение колебаний на резонансной частоте зонда, погруженного в исследуемую жидкость, с постоянной амплитудой, измерение частоты и амплитуды возбуждающей силы (а.с. СССР № 1017971 МПК G01N11/16, оп. 15.05.1983);

- вибрационное устройство для определения физических свойств веществ, являющееся усовершенствованием устройства по а.с. СССР № 1043525, в котором регулируется собственная частота колебательной системы со струнной подвеской (а.с. СССР № 1242763, МПК G01N11/16, оп. 07.07.1986).

Метод падающего шарика.

Метод основан на законе Стокса. При использовании метода трудности заключается в определении местонахождения шарика в непрозрачном расплаве, а также в подборе материалов для шариков.

В УПИ создана установка для измерения вязкости оксидных расплавов методом Стокса, скорость перемещения шарика в расплаве определялась по цифровому рентгентелевизионному изображению ячейки на ЭВМ. Погрешность измерений зависит от скорости движения шарика и снижается при ее уменьшении (РЖ «Металлургия», 2002, № 12, реф. 02.12-15А.47).

Метод вращающихся цилиндров.

Сущность метода заключается в том, что исследуемую жидкость помещают в зазор между двумя поверхностями правильной геометрической формы. Одна из поверхностей приводится во вращение с постоянной скоростью и вращательное движение передается жидкостью к другой поверхности, при этом предполагается отсутствие проскальзывания жидкости у поверхностей. Момент вращения, передаваемый от одной поверхности к другой, является мерой вязкости жидкости. Для измерения крутящего момента вторая поверхность соединяется с динамометрическим устройством, которое может быть механическим или электрическим.

В настоящее время широко применяют электроротационные вискозиметры: вращение внутреннего цилиндра, погруженного в расплав,

осуществляется электродвигателем переменного или постоянного тока. При погружении цилиндра, вращающегося с постоянной скоростью, в расплав, на валу двигателя возникает тормозящий момент, прямо пропорциональный вязкости расплава. Изменение тормозящего момента вызывает соответствующее изменение электрических характеристик двигателя, которые обычно регистрируются мостиковой схемой.

В Институте металлургии УрО РАН разработана и изготовлена конструкция ротационного вискозиметра, с магнитной подвеской, позволяющего измерять вязкость расплавов с высокой точностью (а.с. СССР № 586370, МПК G01N11/14, оп. 30.12.1977).

В Германии для непрерывного измерения вязкости расплавов методом вращающегося цилиндра применен прибор фирмы Brabender Messtechnik GmbH (РЖ «Металлургия», 2000, №4, реф. 00.04-15В.144).

В Швеции в Royal Institute of Technology для измерения вязкости шлаковых расплавов использован метод вращающегося цилиндра (РЖ «Металлургия», 2009, № 1, реф. 09.01-15Б.130, 2002, № 2, реф. 02.03-15А.79).

В Японии измеряли вязкость жидких оксидов методом вращающегося цилиндра (РЖ «Металлургия», 2004, № 3, реф. 04.03-15А.40), а также методом вращающегося тигля (РЖ «Металлургия», 2006, № 12, реф. 06.12-15А.40; 2000, № 4, реф. 00.04.-15А.43).

В Китае также ведутся работы по измерению вязкости:

- шлаков системы $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-CaF}_2\text{-SiO}_2$ методом внутреннего вращения цилиндра (РЖ «Металлургия», 2009, № 11, реф. 09.11-15А.57);

- металлургических расплавов при высоких температурах с применением ротационного вискозиметра (РЖ «Металлургия», 2000, № 6, реф. 00.06-15А.40).

Метод затухающих крутильных колебаний.

В Физико-техническом институте УрО РАН (Ижевск) кинематическую вязкость расплавов системы железо-фосфор определяли методом затухающих крутильных колебаний цилиндрического тигля с расплавом в защитной

атмосфере высокочистого гелия, ошибка измерений не превышала 3% (Расплавы, 2009, № 4, с. 27-33).

Приазовским государственным техническим университетом (Украина) методом регистрации параметров затухания крутильных колебаний тигля с расплавом исследована температурная зависимость вязкости расплавов инструментальных сталей с различным содержанием ванадия (РЖ «Металлургия», 2005, № 3, реф. 05.03-15А.66).

Южно-Уральским государственным университетом (Челябинск) для исследования низковязких жидкостей, в частности, жидких металлов использован метод крутильных колебаний с использованием крутильного вискозиметра Швидковского, широко распространенного для изучения вязкости жидкостей, в особенности агрессивных, в том числе и металлических расплавов. Крутильный вискозиметр представляет собой круговой цилиндр, подвешенный вдоль своей геометрической оси на упругой нити. Период колебаний вискозиметра, заполненного жидкостью, определяется суммой собственного момента инерции цилиндра и момента инерции части жидкости, участвующей в движении, коэффициент затухания крутильных колебаний зависит от вязкости жидкости (Труды 11 Российской конференции «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов», Екатеринбург, 14-16 сент., 2004. Т.2. Строение и свойства металлических расплавов. Екатеринбург - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ. 2004, с.227-232; Теплофизика высоких температур. 2006, т.44, № 3, с.411-417).

В УПИ разработаны и защищены патентами способы бесконтактного измерения вязкости металлических расплавов на основе затухания крутильных колебаний, позволяющие повысить достоверность измерений:

- способ, основанный на освещении световым лучом от источника света зеркала, расположенного на закручиваемой упругой нити, на которой подвешен тигель с расплавом, регистрации параметров траектории светового луча, отраженного от этого зеркала, и последующем измерении полученного сигнала, отражающего амплитудно-временные параметры затухания крутильных

колебаний тигля с расплавом, в котором перед регистрацией параметров траектории отраженного от зеркала светового луча осуществляют синхронное детектирование сигнала амплитудно-временных параметров затухания крутильных колебаний тигля с расплавом или осуществляют автоматическую регулировку амплитуды направляемого на зеркало источником света светового луча для поддержания амплитудного параметра отраженного от зеркала светового луча в пределах его оптимального значения (патент РФ № 2349898 МПК G01N11/16, оп. 20.03.2009);

- способ, основанный на освещении световым лучом от источника света зеркала, расположенного на закручиваемой упругой нити, на которой подвешен тигель с расплавом, регистрации амплитудно-временных параметров траектории светового луча, отраженного от этого зеркала, и последующем измерении полученного сигнала, отражающего параметры затухания крутильных колебаний тигля с расплавом, определении величины амплитуд крутильных колебаний – стартовой, с которой начинают измерение затухания крутильных колебаний тигля с расплавом, и финишной, в которой заканчивают измерение, числа колебаний между ними, вычислении на их основе декремента затухания крутильных колебаний (патент РФ № 2386948 МПК G01N11/16, оп. 24.04.2010);

- способ фотометрического измерения вязкости, в котором сначала осуществляют периодическое реверсивное закручивание упругой нити с подвешенным на ней тиглем с металлическим расплавом путем управления с помощью компьютера коммутацией электромагнитного узла, причем тигель соединен с упругой нитью с помощью керамического стержня, на верхнем конце керамического стержня жестко зафиксирован магнитный элемент, выполненный в виде диска, стержня или цилиндра, источник электромагнитного поля совместно с магнитным элементом являются составными частями электромагнитного узла, при этом масса магнитного элемента меньше или равна массе тигля с размещенным в нем металлическим расплавом, затем после выключения электромагнитного узла измеряют

параметры траектории светового луча, отраженного от зеркала, закрепленного на керамическом стержне, после чего вычисляют амплитудно-временные параметры затухания крутильных колебаний тигля с образцом (патент РФ № 2366925 МПК G01N11/16, оп. 10.09.2009).

Институтом электрохимии УрО РАН разработан и защищен вискозиметр, который может быть использован для определения вязкости расплавленных солей при температурах до 1100-1200°C, в котором в качестве датчика угловых перемещений маятника, погруженного в исследуемую жидкость, совершающую гармонические колебания, применен дифференциальный емкостной датчик (а.с. СССР № 651235 МПК G01N11/16, оп. 05.03.1979).

Институтом металлургии УрО РАН разработан способ измерения вязкости жидкости, который может быть использован для измерения вязкости металлических и шлаковых расплавов. С целью повышения точности измерения путем устранения влияния контакта с измеряемой жидкостью, эталонную и измеряемую жидкость облучают рентгеновским излучением, измеряют площади верхних частей дифракционных пиков, приведенных к одной максимальной интенсивности, и по полученным данным рассчитывают вязкость (а.с. СССР № 1520412 МПК G01N23/20, 11/00, оп. 07.11.1989).

УПИ совместно с Уральским педуниверситетом и Уральской горно-геологической академией сконструирована, изготовлена и испытана установка для одновременного измерения вязкости, поверхностного натяжения и плотности высокотемпературных расплавов, в которой реализованы методы затухающих крутильных колебаний и большой капли. Установка содержит вискозиметрический модуль и модуль измерения поверхностного натяжения. Для возбуждения колебаний применен шаговый двигатель. Процесс измерения полностью управляется компьютером. Автоматизация установки облегчает процесс измерения, уменьшает влияние субъективных факторов и повышает воспроизводимость результатов. Погрешность измерений вязкости составила 2%, поверхностного натяжения – 1,5%, плотности – 1% (Труды 10 Российской конференции «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов»,

Т.2. Экспериментальные исследования металлических расплавов. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ. 2001, с.47-50).

В УПИ также разработана методика одновременного определения плотности и поверхностного натяжения оксидного расплава синтетического шлака $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ по цифровым рентгентелевизионным изображениям экспериментальной ячейки, полученным в опытах по определению вязкости оксидного расплава методом падающего шарика. Установка включает высокотемпературную печь с контролируемой атмосферой, рентгеновский аппарат для просвечивания материалов, цифровые системы сбора телевизионных изображений ячейки, регистрации и автоматического управления ее температурой. Эксперименты проводили в атмосфере гелия. Получали примерно два десятка телевизионных кадров изображения ячейки до внедрения вольфрамового шарика в расплав и последовательность кадров, фиксирующих положение шарика в расплаве с интервалом 40 мс, которые использовали для оценки плотности и поверхностного натяжения. Полученные экспериментальные данные согласуются с известными литературными данными (Расплавы. 2008, №5, с.41-51; Труды 12 Российской конференции «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов», Екатеринбург, 22-26 сент., 2008. Т.3. Экспериментальное изучение металлических расплавов; взаимодействие металл-шлак. Екатеринбург: ИМет УрО РАН. 2008, с.18-21).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Тематический поиск по теме: «Разработка новой комплексной металлургической технологии производства высококачественных стальных изделий массового назначения» проведен в соответствии с заданием и регламентом поиска по патентной и научно-технической документации, с ретроспективностью 15 лет.

2. Выбранные источники информации и классификационные рубрики соответствуют теме поиска.

3. По заданной теме выявлено 171 источник информации, в т.ч. 105 - научно-технических и 66- патентных.

4. Выявленные охранные документы по странам поиска распределились следующим образом:

- Россия	- 56
- Украина	- 1
- Германия	- 5
- США	- 2
- Франция	- 1
- Япония	- 1

5. Для разработки новых и совершенствования существующих производственных схем металлургии необходимо знание физико-химических свойств металлических и оксидных расплавов, при этом наиболее важными в технологическом отношении свойствами расплавов являются вязкость, плотность и поверхностное натяжение.

В настоящее время для измерения плотности и поверхностного натяжения расплавов применяют следующие методы: дилатометрический, пикнометрический, максимального давления в газовом пузырьке или капле жидкости, метод лежащей капли, протекающего излучения, гидростатического взвешивания. Для измерения вязкости расплавов используют методы: капиллярного истечения, вибрационные, падающего шарика, вращающихся цилиндров, затухающих крутильных колебаний.

Широкие исследования в России в области изучения физико-химических свойств расплавов с одновременной разработкой способов и устройств измерения вязкости, плотности и поверхностного натяжения ведут: Институт металлургии УрО РАН, Институт химии твердого тела УрО РАН, Институт электрохимии УрО РАН, Физико-технический институт УрО РАН, Институт высоких температур РАН, Институт металлургии и материаловедения им. А.А.Байкова РАН, Институт теплофизики СО РАН, Уральский технический университет – УПИ, Южно-Уральский государственный университет, Кабардино-Балкарский и Чечено-Ингушский государственные университеты.

В Украине аналогичными разработками занимается Приазовский государственный технический университет - бывший Ждановский металлургический институт и Институт проблем материаловедения НАН.

Наиболее перспективными являются:

- бесконтактное измерение вязкости металлических расплавов на основе затухания крутильных колебаний, позволяющее повысить достоверность измерений и бесконтактное определения поверхностного натяжения расплавов, позволяющее проводить измерения с высокой точностью;

- применение специальных программ технологического моделирования измерений и компьютерной обработки данных экспериментов, позволяющее ускорить получение результатов и повысить их достоверность;

- одновременное измерение вязкости, поверхностного натяжения и плотности расплавов в автоматизированной установке, управляемой компьютером, позволяющее уменьшить влияние субъективных факторов и повысить воспроизводимость результатов.

РЕГЛАМЕНТ ПОИСКА

Наименование темы: «Разработка новой комплексной металлургической технологии производства высококачественных стальных изделий массового назначения».

Дата утверждения задания: 01 июня 2011

Этап работы: –5

Цель поиска:

Выявление сведений об известных технических решениях, обладающих высоким техническим уровнем и направленных на создание новых материалов с прогнозируемыми эксплуатационными характеристиками, нового оборудования и способов обработки металлов.

Обоснование регламента поиска:

Объект патентно-информационного поиска относится к исследованию металлических и оксидных расплавов путем определения их физико-химических свойств, таких как вязкость, плотность, поверхностное натяжение.

Ретроспектива поиска – 15 лет

Патентный поиск проводится по классификационным рубрикам МПК, относящимся к исследуемой теме, и включает следующие направления:

G01N 9/00 Определение плотности или удельного веса материалов; анализ материалов путем определения их плотности или удельного веса

9/02- путем измерения веса известного объема

9/04- жидкостей

9/08- путем измерения выталкивающей силы, действующей на твердые материалы, взвешиванием их в воздухе и в жидкости

9/10- путем наблюдения за телами, полностью или частично погруженными в жидкие вещества

9/24- путем наблюдения за прохождением излучения или потоков элементарных частиц через материал

9/30- с использованием центробежных сил

G01N 11/00 Исследование свойств текучих сред, например определение вязкости, пластичности; анализ материалов путем определения их текучести

11/02- путем измерения скорости истечения

11/04- через ограниченный участок прохождения, например через трубу или отверстие

11/06- с измерением длительности истечения заданного количества

11/08- с измерением давления, необходимого для создания заданной скорости истечения

11/10- путем перемещения какого-либо тела в материале

11/14- с помощью вращающихся тел, например лопастей

11/16- с измерением затухания колебаний тел

G01N 13/00 Исследование поверхностных или граничных свойств, например смачивающей способности; исследование диффузионных эффектов; анализ материалов путем определения их поверхностных, граничных и диффузионных эффектов; исследование или анализ поверхностных структур в атомном диапазоне

13/02- исследование поверхностного натяжения жидкостей.

Предмет поиска (объект исследования, его составные части)	Страна поиска	Источники, по которым будет проводиться поиск				Ретроспек- тивность	Наименование информационной базы (фонда)
		Патентные		НТИ			
		Наименование	Классифик- ационные рубрики: МПК (МКИ), МКПО, НКИ и др.	Наиме- новани е	Рубрики УДК и др.		
1	2	3	4	5	6	7	8
Разработка новой комплексной металлургической технологии производства высококачественных стальных изделий массового назначения	РФ (СССР) США Япония Германия	Официальный патентный бюллетень «Изобретения»	G01N 9/00, 9/02, 9/04; 9/08, 9/10, 9/24, 9/30			№ 1, 1994 – 32, 1999	Патентный фонд УрФУ
		«Изобретения. Полезные модели»	11/00, 11/02, 11/04, 11/06, 11/08, 11/10, 11/14, 11/16			№ 1, 2000 – 36, 2009	
		«Изобретения стран мира»	13/00, 13/02			№1, 1994- 3, 2010	Internet
		База данных ФИПС				1994-2010	

1	2	3	4	5	6	7	8
				<p>Реферативный журнал ВИНТИ «Металлургия»</p> <p>раздел «Теория металлургических процессов»: «Теория металлургических процессов».</p> <p>раздел «Металлургическая теплотехника. Оборудование, измерения, контроль и автоматизация в металлургическом производстве»: «Измерения, контроль качества в металлургии».</p> <p>раздел «Металловедение и термическая обработка»: «Методика исследований металлов и сплавов и лабораторное оборудование».</p>	<p>УДК</p> <p>669.05; 669-027.1 669.017:620.1 669.017:620.1.05</p>	1994 - 2010	<p>Научно-техническая библиотека ИМЕТ УрО РАН,</p>

Отчет о поиске

- Б.1 Поиск проведен в соответствии с заданием от 01.06.2011 и Регламентом поиска.
- Б.2 Этап работы –
- Б.3 Начало поиска – 01.06.2011
Окончание поиска – 30.08.2011
- Б.4 Используемые источники информации и классификационные рубрики МПК и УДК соответствуют теме поиска. Регламент поиска выполнен.
- Б.5 Результаты поиска будут использованы для выявления современных достижений науки и техники и определения уровня техники в исследуемой области.
- Б.6. Материалы, отобранные для последующего анализа.

Таблица Б.6.1 – Патентная документация

Предмет поиска (объект исследования, его составные части)	Страна выдачи, вид и номер охранного документа. Классификационный индекс	Заявитель (патентообладатель), страна. Номер заявки, дата приоритета, конвенционный приоритет, дата публикации	Название изобретения (полезной модели, образца)
1	2	3	4
Разработка новой комплексной металлургической технологии производства высококачественных стальных изделий массового назначения	ВЯЗКОСТЬ		
	SU А.с. № 307318 G 01 n 11/16	Институт металлургии уральского филиала АН СССР 3.1383536/26-25 от 1969.12.09 Оп.1971.06.21 Бюл.№ 20	Способ тарировки вибровискозиметров
	SU А.с. № 586370 2 G 01 N 11/14	Институт металлургии Уральского научного центра АН СССР 3.2359755/18-25 от 1976.05.14 Оп.1977.12.30	Ротационный вискозиметр
	SU А.с. № 609078 2 G 01 N 11/16	Институт теплофизики Сибирского отделения АН СССР 3.2385208/18-25 от 1976.07.19 Оп. 1978.05.30 Бюл. № 20	Вибрационное устройство для определения физических свойств веществ
	SU А.с. № 651235 2 G 01 N 11/16	Институт электрохимии Уральского научного центра АН СССР 3.2468478/18 – 25 от 1977.03.29 Оп.1979.03.05 Бюл. № 9	Вискозиметр
	SU А.с. № 699398 2 G 01 N 11/14	Белорусский ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт 3.2449941/18-25 от 1977.02.01 Оп.1979.11.25 Бюл. № 43	Устройство для определения физико-химических свойств жидких металлов
	SU А.с. № 868470 3 G 01 N 11/14	Кузьминых Е.В., Карелин В.И., Овчаренко Г.И., Абубакирова Н.В. 3. 2864188/18-25 от 1980.01.04 Оп.1981.09.30 Бюл. № 36	Вискозиметр

SU 949419 3 G 01 N 11/16	Ждановский металлургический институт 3.3239866/18-25 от 1981.01.23 Оп. 1982.08.07 Бюл. №29	Устройство для определения физических свойств веществ
SU А.с. № 960585 3 G 01 N 11/16	УПИ 3.3279573/18-25 от 1981.03.11 Оп.1982.09.23 Бюл. № 35	Устройство для определения физико-химических свойств жидких металлов
SU А.с. № 97483 42L	Маслаковец Н.Д. 3.35-447115 от 1951.04.28	Вискозиметр для непрерывного измерения вязкости движущейся жидкости.
SU А.с. № 1017971 3 G 01 N 11/16	Ждановский металлургический институт 3.3382242/18-25 от 1982.01.15 Оп.1983.05.15 Бюл. № 18	Вибрационный способ исследования жидкостей
SU А.с. № 1038834 5 G 01 N 11/16	Всесоюзный научно-исследовательский институт противопожарной обороны МВД СССР 3.2960215 от 1980.07.16 Оп.1983.08.30	Устройство для измерения вязкости
SU А.с. № 1043525 3 G 01 N 11/16	Ждановский металлургический институт 3.3442636/18-25 от 1982.05.24 Оп. 1983.09.23 Бюл. № 35	Вибрационное устройство для определения физических свойств веществ
SU А.с. № 1239553 4 G 01 N 11/10	Трофимова Елена Григорьевна, Сурков Сергей Александрович 3.3764678 от 1984.07.16 Оп.1986.07.16	Вискозиметр
SU А.с. № 1242763 4 G 01 N 11/16	Ждановский металлургический институт 3.3841154/24-25 от 1985.01.09 Оп. 1986.07.07 Бюл. № 25	Вибрационное устройство для определения физических свойств веществ
SU А.с. № 1420471 4 G 01 N 11/16	Институт химии Уральского научного центра АН СССР 3.4127349 от 1986.10.02 Оп.1988.08.30	Способ измерения логарифмического декремента затухания колебательной системы
SU А.с. № 1520412 4 G 01 N 23/20	Институт металлургии Уральского отделения АН СССР 3.4334471/23-25 от 1987.11.26 Оп.1989.11.07 Бюл. 41	Способ измерения вязкости жидкости

	SU А.с. № 1778628 4 G 01 N 11/16	Институт металлофизики АН УССР 3.4898585 от 1991.01.02 Оп.1992.11.30	Способ измерения вязкости
	RU Патент № 2349898 G 01 N 11/16	Государственное общеобразовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный технический университет – УПИ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» 3.2007124450/28 от 2007.06.28 Оп.2009.03.20	Способ бесконтактного измерения вязкости высокотемпературных металлических расплавов и устройство для его осуществления (варианты)
	RU Патент № 2366925 G 01 N 11/16	Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный технический университет УГТУ-УПИ» 3.2008106315/28 от 2008.02.18 Оп.2009.09.10	Способ бесконтактного измерения вязкости металлических расплавов и устройство для его осуществления
	RU Патент № 2386948 G 01 N 11/16	Государственное общеобразовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный технический университет – УПИ» 3.2008113518/28 от 2008.04.07 Оп.2010.04.20	Способ определения декремента затухания при бесконтактном измерении вязкости высокотемпературных металлических расплавов.
	UA Патент № 45078 7 G 01 N 11/16	Украинский научно исследовательский институт 3.2001042942 от 2001.04.28 Оп.2002.03.15	Способ определения вязкости
	FR Патент № 2587115 4 G 01 N 11/14	Societe dite: VEGLIA, rep. Par Cabinet Bloch 3. 85133881 от 1985.09.10 Оп.1987.03.13	Устройство для измерения вязкости
	DD Патент № 237902 4 G 01 N 21/61	Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Institut fur Pflanzenzuchtung Gulzow-Gustrow, 2601 Gulzow- Gustrow, DD 3. WP G 01 N / 2768302 от 1985.05.31 Оп.1986.07.30	Способ определения вязкости

	DD Патент № 239470 4 G 01 N 11/08	VEB Chemiefaserwerk Guben «Herbert Warnke», 7560 Wilhelm-Pieck-Stadt Guben, Straße der Chemiearbeiter, DD 3.WP G 01 N / 2786232 от 1985.07.16 Оп.1986.09.24	Вискозиметр
	DD Патент № 239471 4 G 01 N 11/08	VEB Chemiefaserwerk Guben «Herbert Warnke», 7560 Wilhelm-Pieck-Stadt Guben, Straße der Chemiearbeiter, DD 3. WP G 01 N / 2786240 от 1985.07.16 Оп.1986.09.24	Способ определения вязкости высоковязких расплавов
	DE Заявка № 3520655 4 G 01 N 11/14 G 01 L 3/00	Coesfeld GmbH & Co KG, 4600 Dortmund, DE, VTR:Schulze Horn, H., Dipl. Ing. Dr.-Ing., Pat. Anw., 4600 Dortmund 3. 3520655 от 1985.06.08 Оп.1986.12.11	Способ и устройство для измерения вязкости и общего измерения крутящего момента
	DE Заявка № 3526522 4 G 01 N 11/10	UWT Apparate GmbH, 8960 Kempten.DE. VTR: von Puttkamer, N., Dipl. Ing., Pat.-Anw., 8000 Munchen 3. 3526522 от 1985.07.24 Оп.1987.01.29	Способ и устройство для измерения вязкости
	US Патент № 4578990 4 G 01 N 11/04	Scot D. Abbott, and Wallace W. Yau, both of Wilmington, Del., assignors to E., L. Du Pont de Nemours and Company, Wilmington, Del. 3.669017 от 1984.11.07 Оп.1986.04.01	Вискозиметр для измерения динамической вязкости независимо от скорости потока и температурных флуктуаций
ПЛОТНОСТЬ			
	SU А.с. № 154082 G 01 n 13/03	Пугачевич П.П., Бычков В.П., Борзцовская Ю.Н. 3.756683/26-10 от 1961.02.18 Оп.1963 год Бюл. № 8	Устройство для измерения поверхностного натяжения расплавов при высоких температурах
	SU А.с. № 4197668 G 01 n 13/02	Уральский научно-исследовательский институт черных металлов 3. 1799636/26-25 от 1972.06.22 Оп. 1974.03.15 Бюл. № 10	Способ определения поверхностного натяжения жидкостей и расплавов

SU А.с. № 423015 G 01 n 13/02	Панов Г.А., Перевозчиков С.А., Толстовский А.А. З. 1789620/26-25 от 1972.05.29 Оп. 1974.04.05 Бюл. № 13	Устройство для определения поверхностного натяжения жидких металлов и сплавов
SU А.с. № 482656 G 01 n 13/02	Панченко П.В., Лашко С.В. З.2007410/26-25 от 1974.03.25 Оп. 1975.08.30 Бюл. № 32	Способ определения поверхностного натяжения капли расплава металла или жидкости на поверхности твёрдого тела
SU А.с. № 532789 2 G 01 N 13/02	Лаптев В.И. З 2021772/25 от 1974.04.23 Оп. 1976.10.25 Бюл. № 39	Способ измерения поверхностного натяжения жидкостей и расплавов
SU А.с. № 543850 2 G 01 N 13/02	Институт проблем литья З. 2113630/25 от 1975.03.17 Оп.1977.01.25 Бюл. № 3	Устройство для измерения поверхностного натяжения расплавов
SU А.с. № 700824 2 G 01 N 13/02	Чечено-Ингушский государственный университет З. 2623193/18-25 от 1978.06.02 Оп. 1979.11.30 Бюл. № 44	Подложка для исследования политерм поверхностного натяжения металлических расплавов
SU А.с. № 744282 2 G 01 N 13/02	Кабардино-Балкарский государственный университет З. 2544675/18-25 от 1977.11.16 Оп. 1980.06.30 Бюл. № 24	Способ определения температурного коэффициента поверхностного натяжения жидкостей и устройство для его осуществления
SU А.с. № 800831 3 G 01 N 13/02	Ленинградский ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени государственный университет им. Н.А. Жданова З. 2748318/18-25 от 1979.04.06 Оп. 1981.01.30 Бюл. № 4	Способ определения поверхностного натяжения жидкостей
SU А.с. № 830195 3 G 01 N 13/02	Кабардино-Балкарский государственный университет З. 2794866/18-25 от 1979.07.16 Оп. 1981.05.15 Бюл. № 18	Способ определения температурного коэффициента поверхностного натяжения жидкостей
SU А.с. № 832423 3 G 01 N 13/02	Кабардино-Балкарский государственный университет З.2544676/18-25 от 1981.05.23 Оп.1981.05.23 Бюл. № 19	Устройство для определения температурного коэффициента поверхностного натяжения жидкостей

SU А.с. № 928199 3 G 01 N 13/02	Центральный научно-исследовательский институт материалов и технологии тяжелого и транспортного машиностроения и Ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт им. С.А. Кирова З. 2998039/18-25 от 1980.10.27 Оп.1982.05.15 Бюл. № 18	Устройство для исследования поверхностных свойств расплавов
SU А.с. № 940011 3 G 01 N 13/02	Кабардино-Балкарский государственный университет З.2975287/18-25 от 1980.06.06 Оп. 1982.06.30 Бюл. № 24	Устройство для измерения межфазного натяжения
SU А.с. № 947713 3 G 01 N 13/02	Институт электрохимии АН СССР З. 2608229/18-25 от 1978.04.27 Оп. 1982.07.30 Бюл. № 28	Автоматическая электрокапиллярная установка
SU А.с. № 989386 3 G 01 N 13/02	Кабардино-Балкарский государственный университет З. 3279556/18-25 от 1981.02.02 Оп. 1983.01.15 Бюл.№ 2	Способ определения поверхностного натяжения жидкостей
SU А.с. № 1002909 3 G 01 N 13/02	Ждановский металлургический институт З. 3363623/18-25 от 1981.09.17 Оп. 1983.03.07 Бюл. № 9	Способ измерения межфазного натяжения на границе раздела металл-шлак
SU А.с. № 1158897 4 G 01 N 9/04	Чечено-Ингушский государственный университет З. 3674954/24-25 от 1983.12.20 Оп. 1985.05.30 Бюл. № 20	Устройство для определения плотности металлических расплавов
SU А.с. № 1221547 4 G 01 N 9/00, 13/02	Кабардино-Балкарский ордена Дружбы народов государственный университет З.3735171/24-25 от 1984.01.27 Оп. 1986.03.30 Бюл. № 12	Устройство для определения плотности и поверхностного натяжения жидкостных растворов
SU А.с. № 1286941 4 G 01 N 9/04	Московский институт электронной техники З. 3949078 от 1985.06.28 Оп.1987.01.30	Устройство для измерения плотности расплавов

SU А.с. № 1288550 4 G 01 N 13/02	Челябинский политехнический институт им. Ленинского комсомола З.3906035 от 1985.06.10 Оп.1987.02.07	Способ определения поверхностного натяжения жидкостей и расплавов
SU А.с. № 1357794 4 G 01 N 13/02	Инстит физики твердого тела АН СССР З. 4060296/24-25 от 1986.04.23 Оп. 1987.12.07 Бюл. № 45	Устройство для определения поверхностного натяжения расплавов
RU А.с. № 1469318 4 G 01 N 13/02	Кабардино-Балкарский государственный университет З.4181472 от 1986.11.24 Оп.1989.03.30	Устройство для определения поверхностного натяжения жидких щелочных металлов и их сплавов
SU А.с. № 1543299 5 G 01 N 13/02	Всесоюзный государственный институт научно- исследовательских и проектных работ огнеупорной промышленности З. 4247531/24-25 от 1987.05.21 Оп. 1990.02.15 Бюл. № 6	Устройство для определения поверхностных свойств расплавов
SU А.с. № 1578587 5 G 01 N 13/02	Институт физики твердого тела АН СССР З. 4425445/24-25 от 1988.05.17 Оп. 1990.07.15 Бюл. № 26	Устройство для определения капиллярной постоянной жидкости
SU А.с. № 1583793 5 G 01 N 13/02	Липецкий политехнический институт З. 4467224/24-25 от 1988.07.29 Оп. 1990.08.07 Бюл. № 29	Способ определения поверхностного натяжения металлического расплава
SU А.с. № 1689797 5 G 01 N 13/02	Красноярский государственный университет З. 4724209/25 от 1989.07.26 Оп.1991.11.07 Бюл. № 41	Устройство для определения поверхностного и межфазного натяжения расплавов диссоциирующих соединений
SU А.с. № 1744594 5 G 01 N 13/02	Мариупольский металлургический институт З. 4754055/25 от 1989.10.31 Оп. 1992.06.30 Бюл. № 24	Установка для определения плотности, поверхностного натяжения и краевого угла смачивания расплавленного материала
SU А.с. № 1772691 5 G 01 N 13/02	Мариупольский металлургический институт З. 4857334/25 от 1990.08.13 Оп. 1992.10.30 Бюл. № 40	Способ определения поверхностных свойств расплавов и устройство для его осуществления

	SU А.с. № 1783377 5 G 01 N 13/02	Чечено-Ингушский государственный университет 3.4893793/25 от 1990.11.01 Оп. 1992.12.23 Бюл. № 47	Устройство для измерения поверхностного натяжения металлических расплавов
	RU Патент № 2054685 6 G01 R 27/22	Институт высоких температур РАН 3.5042609/09 от 1992.05.19 Оп.1996.02.20	Устройство для измерения электрической проводимости и плотности жидких электролитов
	RU Патент № 2086956 6 G 01 N 13/02	Кабардино-Балкарский государственный университет 3.93046640/25 от 1993.10.06 Оп.1997.08.10	Способ определения поверхностного натяжения жидкостей, находящихся во взвешенном состоянии
	RU Патент № 2086957 6 G 01 N 13/02	Кабардино-Балкарский государственный университет 3. 93057371/25 от 1993.12.23 Оп.1997.08.10	Прибор для определения поверхностного натяжения и работы выхода электрона металлических растворов в полном концентрационном интервале составов
	RU Патент № 2142618 6 G 01 N 13/00	Кабардино-Балкарский государственный университет 3.98103960/12 от 1998.03.03 Оп.1999.12.10	Прибор для исследования кинетики адсорбции поверхностно-активного компонента на поверхности жидких бинарных сплавов
	RU Патент № 2304275 G 01 N 9/02	Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова 3.2005123772/28 от 2005.07.26 Оп.2007.08.10	Прибор для определения плотности жидких металлов и сплавов
	RU Патент № 2372140 7 B 01 J 20/04, 23/32	ОАО Ангарский завод катализаторов и органического синтеза 3.2008100682/15 от 2008.01.09 Оп.2010.11.10	Катализатор для связывания оксидов серы газов регенерации процесса каталитического крекинга

	RU Патент № 2389549 7 B 01 J 32/00, 35/00, 35/12	Институт катализа им. Борескова Г.К. Сибирского отделения РАН 3.2008148985/04 от 2008.12.11 Оп.2010.05.20	Катализатор окисления и способ осуществления экзотермических реакций с его использованием
	US Патент № 7078126 8 B 22 F 1/00	Sanyo Elektric Co. Ltd. 3.2002334287 от 2002.12.31 Оп.2006.07.18	Способ получения сплава – аккумулятора водорода, используемого в аккумуляторных батареях
	JP Патент № 61-39609 4 G 01 N 9/00	Ёкогава Хокусин дэнки К.К. 3.56-70407 от 1981.05.11 Оп.1986.09.04	Вибрационный измеритель плотности

Т а б л и ц а Б.6.2 - Научно-техническая, конъюнктурная, нормативная документация и материалы государственной регистрации (отчеты о научно-исследовательских работах)

№ п/п	Предмет поиска	Наименование источника информации с указанием страницы источника	Автор, фирма (держатель) технической документации	Год, место и орган издания (утверждения, депонирования источника)
1	2	3	4	5
ВЯЗКОСТЬ				
1	Разработка новой комплексной металлургической технологии	Вязкость тройных расплавов $\text{CaO-SiO}_2\text{-M}_x(\text{F},\text{O})_y$ и $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Tetsu to hagane=J.Iron and Steel Inst.Jap. –1999.- 85, № 8.-с.571-577.	Yasukouchi Toshikazu, Nakashima Kunihiko, Mori Katsumi	1999, Япония
2	производства высококачественных стальных изделий массового назначения	Вязкость, электропроводность расплавов $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-V}_2\text{O}_5$ $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-Sb}_2\text{O}_3$. Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов: Тезисы докладов 9-й Всероссийской конференции, Екатеринбург, 15-18 сент., 1998, с, 105-106.	Белоусова Н.В., Истомин С.А., Белецкий В.В., Гильдебрандт Э.М.	1998, Челябинск, ЮУрГУ
3		Цилиндр для непрерывного измерения вязкости и эластичности. Chem.-Ing.1999.-71, №10.-с.1116	Hofmann Holger	1999
4		Методы измерения реологических свойств металлургических расплавов.Beijing.-1999.-21. № 2.-с.150-153.	Wu Keng, Qian Wei, Chu Shaojun, Wang Jin	1999, Китай
5		Универсальный рост вязкости металлических расплавов в мегабарном диапазоне давлений: Стеклообразное состояние внутреннего ядра Земли. Успехи физ.наук.2000. 170, № 5, с. 535-551. Библ. 127.	Бражкин В.В., Ляпин А.Г.	2000

6	Математическое описание некоторых свойств металлургических шлаков. Ч. 1. Изд-во КНЦ РАН.2000, 139 с., 29 ил.,37 табл. Библ.91	Калинников В.Т., Макарова И.В., Макаров Д.В.	2000, Апатиты
7	Физико-химические свойства расплавов $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$ и $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-V}_2\text{O}_5$.Расплавы. – 2000. № 1.- с.8-13.	Пастухов Э.А., Истомин С.А., Белоусова Н.В., Гильдебрандт Э.М.	2000, Екатеринбург
8	Особенности температурных зависимостей свойств расплавов $\text{Fe}_{85}\text{B}_{15}$ и $\text{Fe}_{64}\text{Co}_{21}\text{B}_{15}$ и влияние их температурной обработки на свойства аморфных лент. Компьютерное моделирование физико-химических свойств стекол и расплавов: Матер. 5-го Рос. семин., Курган, 16-20 окт., 2000. Курган: Изд-во Курган.с.52-54.	Сидоров В., Попель П., Дальборг У.	2000, Курган
9	Расчетные модели вязкости шлаков $\text{CaO-MgO-CaF}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$.Beijing keji daxuebao=J.Univ.Sci. and Techn. Beijing.2000. 22, №4, с.316-319, 1 ил., табл.1. Библ.8.	Li Jinxi, Zhang Jian	2000, Китай
10	Расчетная модель вязкости шлаков. $\text{CaO-MgO-MnO-FeO-CaF}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$. Beijing keji daxuebao=J.Univ.Sci. and Techn. Beijing.2000. 22, № 5, с.438-441, 1 ил., табл.1. Библ.11.	Li Jinxi, Zhang Jian	2000, Китай
11	Влияние оксидов меди,железа и бора на поверхностное натяжение и плотность оксида висмута. Компьютерное моделирование физико-химических свойств стекол и расплавов: Матер. 5-го Рос. семин., Курган, 16-20 окт., 2000. Курган: Изд-во Курган. гос. ун-та. 2000, с.74-75, Табл.1. Библ.1.	Истомин С.А., Белоусова Н.В., Пастухов Э.А., Серебрякова Л.И.	2000, Курган

12	Особенности температурных зависимостей кинематической вязкости жидкого сплава Al-21% Si. Труды 10 Российской конференции «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов», [Екатеринбург], 2001. Т.2. Экспериментальные исследования металлических расплавов. Екатеринбург; Челябинск: Изд-во ЮрГУ. 2001, с.64-65, 1 ил.	Лепихин С.В., Тягунов Г.В., Костина Т.К., Вандышева И.В.	2001, Челябинск
13	Измерения вязкости некоторых фаялитовых шлаков. ISIJ Int.2001. 41, № 7, с. 722-727, 7ил., табл.3. Библ.27.	Viswanathan N.N., Ji F-Z., Sichen Du, Seetharaman S.	2001
14	Некоторые вопросы, возникающие в вискозиметрических экспериментах над металлическими расплавами. Труды 10 Российской конференции «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов», [Екатеринбург], [2001].Т.2. Экспериментальные исследования металлических расплавов.Екатеринбург. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ. 2001, с.196-200. Библ.13.	Елюхина И.В.	2001, Екатеринбург
15	Определение сдвиговых механических свойств металлических расплавов. Труды 10 Российской конференции «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов», [Екатеринбург], [2001].Т.1. Теоретическое изучение металлических и оксидных расплавов. Екатеринбург; Челябинск: Изд-во ЮУрГУ. 2001, с.33-35. Библ.3.	Цыдыпов Б.Д.	2001, Екатеринбург

16	Вязкость и энтальпии смешения расплавов железо-ванадий. Труды 10 Российской конференции «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов», [Екатеринбург], [2001]. Т.2. Экспериментальные исследования металлических расплавов. Екатеринбург. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ. 2001, с. 91-95, 5ил., табл.1. Библ.17.	Корчемкина Н.В., Шуняев К.Ю., Лисин В.Л., Ченцов В.П.	2001, Екатеринбург
17	Экспериментальное изучение вязкости шлаков CaO- FeO-SiO ₂ -CaF ₂ . Scand.J. Met.2001. 30. № 5, с. 302-308, 5 ил., табл.6. Библ.12.	Shahbazian Fatemeh.	2001
18	Исследование вязкости жидкой стали капиллярным методом. Всп Приазов. держ. техн. ун-ту. 2002, № 12, с. 47-50, 2 ил., табл.1. Библ.8.	Казаков Е.А., Макуров С.Л.	2002
19	Область термической стабильности, температура плавления и вязкость расплава соединения AlCo _{0,158} Cr _{0,084} Y _{0,003} . Металлы.2002, № 4, с.26-28, 2 ил. Библ.7	Зязев В.Л., Попель П.С., Чикова О.А.	2002
20	Установка для измерения вязкости оксидных расплавов методом Стокса. Приборы и техн.эксперим. 2002, № 1, с.147-149, 2 ил. Библ.9.	Панфилов А.М., Лямкина Н.С., Сотников А.И., Зиновкин А.А.	2002
21	Влияние добавки Al ₂ O ₃ на вязкость шлаков CaO-«FeO»-SiO ₂ –CaF ₂ . ISIJ Int. 2002. 42, № 2, с.155-162, 10 ил., табл.5. Библ.30.	Shahbazian F., Sichen Du, Seetharaman S.	2002
22	Температурная зависимость вязкости расплавов Finemen Fe _{73,5} Si _{13,5} B ₉ Cu ₁ Nb ₃ . Металлофиз. И нов. Технол. 2002. 24, № 10, с. 1375-1384, 4 ил., табл.2. Библ. 11.	Chengdong Li, Xuelei Tian, Xichen Chen	2002

23		Вязкость и электропроводность молибденсодержащих оксидно-фторидных расплавов. Расплавы.2003, № 3, с. 33-39. Библ.22.	Селиванов А.А., Истомин С.А., Пастухов Э.А., Бухтояров О.И.	2003, Екатеринбург
24		Влияние оксида циркония на вязкость алюмокальциевых оксидных расплавов: Докл. [9 Всероссийская научно-практическая конференция «Перспективные материалы, технологии, конструкции, экономика», Красноярск, 2003].Перспект. матер., технол., конструкции, эконом.2003, № 9, ч.1, с.10-11, 1 ил.	Истомин С.А., Бахвалов С.Г., Петрова Е.М., Денисов В.М., Пастухов Э.А., Дидух С.В., Шубин А.А.	2003, Екатеринбург
25		Изменение вязкости жидких оксидов под влиянием электрического тока. Tetsu to hagane=J.Iron.and Steel Inst.Jap.2003.89. № 6, с. 629-636, ил. табл.5. Библ.14.	Okazawa Kensuke, Yamane Masahiro, Fukuda Yuka	2003, Япония
26		Методика и установка для измерения вязкости жидкостей. Завод. лаб.:Диагност. матер. 2003, 69, № 3, с.40-42, 71, 1 ил. Библ.6.	Ананьин В.М., Калинин Б.А., Осипов В.В.	2003
27		Вязкость и температура кристаллизации системы $\text{CaO-SiO}_2\text{-Na}_2\text{O-CaF}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$. Dongbei daxue xuebao. Ziran kexue ban=J. Northeast. Univ. Natur. Sci. 2002.23, № 7, с.656-659, 5 ил. Библ.10.	Liu Cheng-jun, Jiang Mao-fa	2003, Китай
28		Экспериментальное исследование вязкости расплавов сложнoleгированных инструментальных сталей. Висн Приазов. держ. техн. ун-ту. 2004, № 14, с. 69-72, 2ил., табл.2. Библ.12.	Макуров С.Л., Казачков Е.А., Епишев М.В., Мильчев В.В.	2004

29		Измерение вязкости шлака, образованного из углеродсодержащего оксида железа во время быстрого нагрева. ISIJ Int. 2004. 44, № 12, с. 2067-2072, 6 ил., табл.8. Библ.11.	Inaba Shinichi, Kimura Yoshio	2004
30		Влияние основности и содержания FeO на вязкость шлаков доменного типа. ISIJ Int. 2004. 44, № 8, с.1283-1290, 13ил., табл. 1. Библ.34	Lee Young Seok, Min Dong Joon, Jung Sung Mo, Yi Sang Ho	2004
31		Влияние MgO и Al ₂ O ₃ на вязкость доменных шлаков, содержащих FeO. ISIJ Int. 2004. 44, № 8, с. 1291-1297, 9 ил., табл.2. Библ. 20.	Kim Joo Ro, Lee Young Seok, Min Dong Joon, Jung Sung Mo, Yi Sang Ho	2004
32		Вязкость и электропроводность флюсов для электрошлакового переплава. Расплавы.2004, № 3, с. 69-73. Библ.14.	Истомин С.А., Овчаренко Г.В., Алешина С.Н., Мальков А.А.	2004, Екатеринбург
33		Измерения вязкости жидких сплавов Fe-Ni-B и Fe-Ni-Al-B методом колебания тигля. Mater. Sci. And Eng. A. 2004. 375-377, с.705-708.	Yamasaki T., Yufune N., Ushio H., Okai D., Fukami T., Kimura H.M., Inoue A.	2004
34		Измерение неньютоновских свойств металлических расплавов методом крутильных колебаний. Труды 11 Российской конференции «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов», Екатеринбург, 14-16 сент., 2004. Т.2. Строение и свойства металлических расплавов. Екатеринбург; Челябинск: Изд-во ЮУрГУ. 2004, с.227-232, 3 ил. Библ.5.	Елюхина И.В., Вяткин Г.П.	2004, Челябинск

35	Свойства сплава Pd-18 ат.% Si при высоких температурах. Труды 11 Российской конференции «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов», Екатеринбург, 14-16 сент., 2004. Т.2. Строение и свойства металлических расплавов. Екатеринбург; Челябинск: Изд-во ЮУрГУ. 2004, с. 59-62, 4 ил. Библ.2.	Сивков Г.М., Ягодин Д.А., Кофанов С.А., Горнов О.А., Быков В.А., Володин С.А., Попель П.С., Сидоров В.Е., Бао С., Кальво-Дальборг М., Дальборг У., Сорделет Д.	2004, Челябинск
36	Вязкость шлаков системы $\text{CaO-CrO}_x\text{-SiO}_2$ при относительно высоких парциальных давлениях кислорода. Scand. J. Met.2004.33, № 5, с.261.	Forsbacka Lasse, Holappa Lauri.	2004
37	Вязкость титансодержащих оксидно-фторидных расплавов. Компьютерное моделирование физико-химических свойств стекол и расплавов: Труды 7 Российского семинара, Курган. 2004. Курган: Изд-во Курган.гос. ун-та. 2004, с.75-76.	Истомин С.А., Селиванов А.А., Рябов В.В., Быков А.С.	2004, Курган
38	Измерение вязкости и ее моделирование для систем шлаков полученных через алюмотермию сплавов CuCr. Dongbei daxue xuebao. Ziran kexue ban=J. Northeast.Univ. Natur. Sci. 2004.25, № 1, с.58-61, 4 ил. Библ. 15.	Zhang Ting-an, Dou Zhi-he, Xu Shu-xiang, Yang Huan	2004, Китай
39	J.S. Afr. Inst. Mining and Met. 2004.104, № 9, с. 529-540, 18 ил., табл.3.Библ.80.	Jahanschahi S., Sun S., Zhang L.	2004
40	Исследование вязкости и температуры затвердевания высокомагнезиевых расплавов системы $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ с добавками оксидов натрия и кальция. Вестн. ЮурГУ. Сер. Металлургия. 2005, № 5, с.36-41. Библ. 6.	Чернобровин В.П., Пашкеев А.П., Михайлов Г.Г., Пашкеев И.Ю.	2005

41	Новый способ измерения вязкости, поверхностного натяжения и плотности расплавов. Met. And Mater. Trans. B. 2005. 36, № 5, с.667-676, 12 ил., табл. 4. Библ. 35.	Roach Steven J., Henein Hani	2005
42	Вязкость и структура расплавов In-Sn. Mater. Charact. 2005. 55, № 4-5, с.383-387.	Sun Chunjing, Geng Haoran, Yang Zhongxi, Zhang Jingxiang, Wang Rui	2005
43	Вязкость шлаков $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ (R_2O или RO). ISIJ Int. 2006. 46, № 3, с.352-358, 12 ил., табл. 5. Библ. 26.	Sukenaga Souhei, Saito Noritaka. Kawakami Kiyoshi, Nakashima Kunihiko	2006
44	Влияние ниобийсодержащих добавок на вязкость и электропроводность оксидно-фторидных расплавов. Металлы. 2006, № 2, с. 44-49.	Истомин С.А., Красилов С.А., Пастухов Э.А., Рябов В.В.	2006, Екатеринбург
45	О возможности повышения эксплуатационных свойств стали путём технологических воздействий на структурное состояние расплавов железа. Влияние свойств металлической матрицы на эксплуатационную стойкость рельсов: Сборник научных трудов: Материалы 2 Всероссийского научно-технического семинара, Екатеринбург, 16-17 мая, 2006. Екатеринбург: УИМ. 2006, с. 9-17.	Бурмасов С.П., Гудов А.Г., Смирнов Л.А.	2006, Екатеринбург
46	Электропроводность ниобийсодержащих оксидно-фторидных расплавов. Изв. вузов. Цв. металлургия. 2007, № 2, с. 27-30. Библ. 17.	Истомин С.А., Красилов С.А., Пастухов Э.А., Рябов В.В.	2007, Екатеринбург
47	Вязкость магний-алюминиевого сплава с добавками кальция в жидком состоянии. Перспект. Матер. 2007, № 1, с. 19-24, 3 ил. Библ.14.	Абатуров И.С., Попель П.С., Бродова И.Г., Астафьев В.В, Пыцзе Ли	2007

48	Экспериментальное изучение и моделирование вязкости хромсодержащих шлаков. Steel Res.Intl. 2007. 78, № 9, с. 676-684, 10 ил., 4 табл. Библ.52.	Forsbacka Lasse, holappa Lauri, Kondratiev Alex, Jak Evgueni	2007, Финляндия, Австралия
49	Измерение вязкости флюсовых шлаков при непрерывном литье. ISIJ Int. 2007. 47, № 10, с. 1533-1540, 9ил., 5 табл. Библ.20.	Persson Mikael, Gornerup Marten, Seetharaman Seshadri	2007
50	О вязкости расплава конгруэнтного состава: Докл. [Международный симпозиум «Упорядочения в минералах и сплавах» (ОМА-10), Ростов –на- Дону, сент., 2007]. Изв. РАН. Сер.физ. 2008.72. № 10, с. 1442-1444, 3 ил.Библ.5.	Стерхова И.В., Камаева Л.В., Ладьянов В.И.	2008
51	Одновременное определение вязкости, плотности и поверхностного натяжения оксидного расплава с использованием рентгентелевизионного оборудования. Труды 12 Российской конференции «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов», Екатеринбург, 22-26 сент., 2008. Т.3. Экспериментальное изучение шлаковых расплавов; взаимодействие металл-шлак. Екатеринбург: Имет УрО РАН. 2008, с. 18-21, 4 ил.	Лямкина Н.С., Панфилов А.М.	2008, Екатеринбург
52	Вязкость и электропроводность ванадийсодержащих оксидно-фторидных расплавов. Расплавы.2008. № 5, с. 3-9.	Истомин С.А., Рябов В.В., Пастухов Э.А.	2008, Екатеринбург

53	Вязкость и энтальпии смешения расплавов Ag-Ge и Ag-Cu. Труды 12 Российской конференции «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов», Екатеринбург, 22-26 сент., 2008. Т.1. Моделирование и расчет структуры и свойств неупорядоченных систем в конденсированном состоянии. Екатеринбург; Имет УрО РАН. 2008, с.179-180.	Корчемкина Н.В.	2008, Екатеринбург
54	Кинетика растекания расплавов Al-Si по меди. Расплавы.2008. № 5. с. 10-15.	Витюнин М.А., Чикова О.А., Ченцов В.П., Пастухов Э.А.	2008, Екатеринбург
55	Вязкость расплавов системы Fe-P в области 5-25 ат. Р. Расплавы 2009, № 4, с.27-33.	Бельтюков А.Л., Ладьянов В.И.	2009
56	Развитие современной теории металлургических шлаков. Металлург.2009. № 5 с.27-31.	Зайцев А.И., Шахвазов Е.Х.	2009
	ПЛОТНОСТЬ, ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ		
57	Термодинамические и поверхностные свойства расплавов. ОАО «НИИМонтаж». –Краснодар, 1992.-67 с.: ил.- Библ.90	Мойсов Л.П., Бурылев Б.П.	1992, Краснодар
58	Исследование физико-химических свойств расплавов системы «железо-кремний-сера». Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов: Тезисы докладов 9-й Всероссийской конференции. Екатеринбург. 15-18 сент., 1998. Т.2. Секц. Б, В. Челябинск: Изд-во ЮурГУ. 1998, с. 159-160.	Танутров И.Н., Макарова Н.М.	1998, Челябинск

59	Определение поверхностного и межфазного натяжения расплавов при погружении, подъеме и отрыве вертикального цилиндра. Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов: Тезисы докладов 9-й Всероссийской конференции. Екатеринбург. 15-18 сент., 1998. Т.2. Секц. Б, В. Челябинск: Изд-во ЮурГУ. 1998, с.44-45.	Горшенин И.Г., Жуков А.А., Попель С.И.	1998, Челябинск
60	Исследование плотности и поверхностного натяжения расплавов системы железо-кремний-сера. Расплавы.-1999.-№ 3.-с.18-25.	Танутров И.Н., Макарова Н.М., Свиридова М.Н.	1999, Екатеринбург
61	Поверхностные свойства расплавов никель-медь, насыщенных углеродом. Порош. Металлургия.2000, № 9-10, с.47-53, 4 ил., табл.2. Библ.17.	Ниженко В.И., Флока Л.И.	2000, Киев
62	Методы изучения и прогнозирования термодинамических и поверхностных свойств расплавов металлических, оксидных и галогенидных смесей. ОАО «НИИМонтаж».- Краснодар.2000.-13 с.- Библиогр.:30 назв.-Рус.- Деп. В ВИНТИ 208.01.2000, № 180-В00	Бурылев Б.П.	2000, Краснодар
63	Плотность и поверхностное натяжение расплавов системы $\text{NaOH-Na}_2\text{CO}_3\text{-NaCl}$. Металлургия и образ.: Матер. 1-й Междунар. конф., Екатеринбург, 7-9 июня, 2000. Екатеринбург.2000, с. 119-120.	Загребин С.А., Россихин А.Ю., Трифонов К.И., Курбатов Н.Н.	2000, Екатеринбург

64		Плотность, электропроводность и поверхностное натяжение расплавов RbF-ZnF_4 и CsF-ZrF_4 . Расплавы. 2000, № 4, с. 89-92.	Катышев С.Ф., Десятник В.Н., Трифонов К.И.	2000
65		Физические свойства рафинировочных шлаковых расплавов. Фундаментальные проблемы металлургии: Сборник докладов 2-й межвузовской научно-технической конференции, [Екатеринбург], 2000. Екатеринбург: Изд-во УГТУ. 2000, с.83-85. Библ. 2.	Смирнов Н.А., Магидсон И.А., Басов А.В.	2000, Екатеринбург
66		Экспериментальные исследования температурной зависимости поверхностного натяжения и плотности шлаковых расплавов. Труды 10 Российской конференции «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов», [Екатеринбург], [2001]. Т. 3. Экспериментальные исследования структуры и свойства шлаковых расплавов. Екатеринбург; Челябинск: Изд-во ЮурГУ. 2001 С. 84-88, табл.2. Библ.3.	Мойсов Л.П., Бурылев Б.П.	2001, Челябинск
67		Плотность и поверхностное натяжение жидкого железа с малыми добавками. Расплавы. 2001, № 6, с. 85-92.	Бельтюгов А.Л., Ладьянов В.И., Кузьминых Е.В., Камаева Л.В.	2001
68		Поверхностное натяжение, полиметализация и изменение полимерной структуры силикатных расплавов с температурой. Металлы. 2001, № 3, с. 3-9, табл. 5.	Меламуд С.Г., Брук Л.Б.	2001

69	Экспериментальное исследование плотности жидких натрий-цезиевых сплавов при высоких температурах. Перспект. Матер. 2002, № 1, с.48-52, 2 ил., табл.5. Библ.14.	Новиков И.И., Шпильрайн Э.Э., Фомин В.А., Сквородько С.Н., Мозговой А.Г., Чернов А.И.	2002
70	Унификация метода лежащей капли для измерения поверхностного натяжения химически активных сплавов. Адгезия расплавов и пайка матер. 2002, № 35, с. 3-12, 5 ил., табл.1. Библ.26.	Красовский В.П., Найдич Ю.В., Котлов О.Ю.	2002
71	Плотность жидких сплавов Ni-Cr. Mater Sci. and technol.2003. 19, № 1, с.16-18, 8 ил. Библ.9.	Xiao F. J.	2003
72	Поверхностное натяжение расплавов бинарной системы алюминий-индий. Теплофиз. высок.температур. 2003. 41, № 4, с.540-544, 6 ил.,табл. 1. Библ.10.	Алчагиров Б.Б., Чочаева А.М., Бекулов В.Б., Хоконов Х.Б.	2003
73	Динамические измерения поверхностного натяжения систем расплавленный металл-кислород: проверка модели на расплавленном олове. Acta mater. 2003.51, № 10, с. 2873-2890.	Arato E., Ricci E., Fiori L.	2003
74	Плотность жидких сплавов Ni-Cr. J. Mater. Sci. And Technol.2003. 19, № 1. с.16-18, 8 ил. Библ.9.	Xiao F. J.	2003
75	Поверхностное натяжение и плотность медь-титановых расплавов. Расплавы. 2003, № 4, с.18-24.	Красовский В.П., Найдич Ю.В., Красовская Н.А.	2003
76	Поверхностное натяжение и плотность медь-титановых расплавов. Расплавы. 2003, № 4, с. 18-24.	Алчагиров Б.Б., Чочаева А.М., Бекулов В.Б., Хоконов Х.Б.	2003

77	Поверхностное натяжение и плотность медь-циркониевых расплавов. Адгезия расплавов и пайка матер. 2003, № 36, с. 24-31. Библ. 16.	Красовский В.П., Найдич Ю.В., Красовская Н.А.	2003
78	Плотность жидких калий-цезиевых сплавов вблизи температуры плавления. Перспект. матер. 2003, № 1, с. 49-56, 6 ил., табл. 3. Библ.20.	Новиков И.И., Шпильрайн Э.Э., Рощупкин В.В., Фомин В.А., Сквородько С.Н., Мозговой А.Г., Чернов А.И.	2003
79	Динамические измерения поверхностного натяжения систем расплавленный металл-кислород: проверка модели на расплавленном олове. Acta mater.2003.51. № 10, с. 2873-2890.	Arato E., Ricci E., Fiori L.	2003
80	Плотность расплавленного индия при температурах до 600 К. Теплофиз. высок. температ. 2004.42, № 6, с.985-988, 3 ил., табл. 4. Библ. 11.	Алчагиров Б.Б., Мозговой А.Г., Хацуков А.М.	2004
81	Поверхностное натяжение титансодержащих оксидно-фторидных расплавов. Компьютерное моделирование физико-химических свойств стекол и расплавов: Труды 7 Российского семинара, Курган. 2004. Курган: Изд-во Курган.гос. ун-та. 2004, с.58-60.	Истомин С.А., Селиванов А.А., Пастухов Э.А., Рябов В.В.	2004, Курган
82	Плотность и структура жидких сплавов Ni-W. J. Mater. Sci. and technol.2001. 20. № 4, с. 410-413.	Xiao Feng, Fang Liang	2004, Китай

83		Плотность сплавов Ni-Al в жидком и твердо-жидком состоянии, измеренная модифицированным пикнометрическим методом. J. Mater. Sci. and Technol. 2004. 20. № 4, с. 405-410, 12 ил., табл. 1. Библ. 9.	Fang Liang, Xiao Feng, Li Zushu, Tao Zainan	2004, Китай
84		Усовершенствованный метод измерения поверхностного натяжения металлов, имеющих низкие капиллярные константы изменённым методом лежащей капли. ISIJ Int. 2004.44, № 11, с.1793-1799, 13 ил., табл.3. Библ.48.	Lee Joonho, Kiyose Akihito, Nakatsuka Shinichi, Nakamoto Masashi, Tanaka Toshihiro	2004
85		Измерение плотности жидких Ni-Mo сплавов с помощью модифицированного капельного метода. J. Mater. Sci. And Technol. 2004. 20, № 3, с.287-292, 10 ил. Библ. 11.	Fang Liang, Li Zushu, Tao Zainan, Xiao Feng	2004, Китай
86		Поверхностное натяжение и плотность фторидно-оксидно-рутиловых расплавов. Сварка и контроль-2004: Всероссийская с международным участием научно-техническая конференция, посвященная 150-летию со дня рождения Славянова Н.Г., Пермь, 17-20 мая, 2004: Сборник докладов. Т.3. сварочные материалы. Технология. Сварочное оборудование. Пермь: Изд-во Перм.гос. техн. ун-та. 2004, с.91.	Гончаров А.Е., Гончаров В.А.	2004, Пермь
87		Поверхностное натяжение жидкого висмута при разных парциальных давлениях кислорода по методу лежащей капли. Scand. J. Met.2004.33, № 6, с.338.	Yuan Zhangfu, Fan Jianfeng, Li jing, Ke Jiajun, Mukai Kusuhiro	2004

88		Плотность и поверхностное натяжение расплавов Fe-Ni-Cr. Металлы. 2004, № 4, с. 15-19, 2 ил., табл. 1. Библ. 6.	Кашин В.И., Филиппов К.С.	2004
89		Плотность расплавленного индия при температурах до 600К. Теплофиз. высок. температур. 2004.42, № 6, с. 985-988.3 ил., 4. Библ. 11.	Алчагиров Б.Б., Мозговой А.Г., Хацуков А.М.	2004
90		Поверхностное натяжение титансодержащих оксидно-фторидных расплавов. Компьютерное моделирование физико-химических свойств стекол и расплавов: Труды 7 российского семинара, Курган. 2004. Курган: Изд-во Курган. гос. ун-та. 2004, с. 58-60.	Истомин С.А., Селиванов А.А., Пастухов Э.А., Рябов В.В.	2004, Курган
91		Автоматическая установка для измерения поверхностного натяжения и плотности расплавов методом лежащей капли. Труды 11 Российской конференции «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов», Екатеринбург, 14-16 сент., 2004. Т.2. Строение и свойства металлических расплавов. Екатеринбург; Челябинск: Изд-во ЮУрГУ. 2004, с.193-195.	Конюкова А.В., Добряк В.А., Торокин В.В., Шевченко В.Г.	2004, Челябинск
92		Новый метод определения поверхностного натяжения расплава железа и его использование при идентификации формы графитовых [частиц]. China Foundry. 2005. 2, № 1, с. 34-37, 4 ил.	Li Feng, Zhang Yutong, Dong Jingwei	2005, Китай

93	Влияние малых добавок металлов I-VIII групп на поверхностное натяжение алюминия и галлия. Металлы. 2005, № 3, с. 20-25, 1 ил., табл. 2. Библ.25.	Кононенко В.И., Шевченко В.Г., Торокин В.В., Конюкова А.В.	2005
94	Плотность сплавов системы олово-свинец в твердом и жидком состояниях. Теплофиз.высок. температ. 2006.44, № 3, с.393-400, 4 ил. Библ. 17.	Станкус С.В., Хайрулин Р.А.	2006
95	Влияние малых примесей на поверхностное натяжение свинца. Расплавы. 2006, № 3, с.76-79. Библ. 12.	Губжоков М.М., Ибрагимов Х.И., Канчукоев В.З., Понежев М.Х., Созаев В.А., Созаева А.Б., Хасанов А.И.	2006
96	Прибор для определения плотности жидких металлов и сплавов. Приборы и технический эксперимент. 2007, № 6, с. 123-127.	Алчагиров Б.Б., Таова Т.М.	2007
97	Плотность ванадийсодержащих оксидно-фторидных расплавов. Современные проблемы электрометаллургии стали: Материалы 13 Международной конференции, Челябинск, 2007. Ч. 1. Челябинск: Юж.-Урал. Гос. ун-т. 2007, с. 77-79.	Истомин С.А., Рябов В.В., Пастухов Э.А.	2007, Челябинск
98	Исследование поверхностного натяжения жидкого никеля и сложнолегированных расплавов никеля методом большой капли при $P_{\text{дг}} = 0,1$ Мпа: Докл. [4 Российская ежегодная конференция молодых научных сотрудников и аспирантов, Москва, 20-22 нояб., 2007].Перспект. матер. 2007, Спец вып., с. 165-170, 4ил., 1 табл. Библ. 12.	Загуменников М.В.	2007, Москва

99		Поверхностное натяжение жидких сплавов Ni-(Cr, Co, W). Wuhan ligong daxue xuebao=J. Wuhan Univ. Technol.2007. 29., № 12, с. 63-67.	Xiao Feng, Liu Lan-xiao, Yang Ren-hui, Fu Ya, Zhao Hong-kai	2007, Китай
100		Определение плотности и поверхностного натяжения оксидного расплава с использованием рентгентелевизионного оборудования. Расплавы. 2008. № 5, с.41-51.	Лямкина Н.С., Панфилов А.М.	2008
101		Измерение поверхностного натяжения, вязкости и плотности при высоких температурах по колебанию свободно падающей капли. Met. And Mater. Trans. B. 2008. 39, № 2, с. 280-290, 14 ил., 4 табл. Библ.48.	Moradian Ala, Mostaghimi Javad	2008
102		Поверхностное натяжение и плотность двойных систем на основе таллия. Труды 12 Российской конференции «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов», Екатеринбург, 22-26 сент., 2008.Т.2. Экспериментальное изучение жидких и аморфных металлических систем и их взаимосвязь с кристаллическим состоянием. Екатеринбург: Имет УрО РАН. 2008, с.106-108, 4 ил., Библ.9.	Дадашев Р.Х., Элимханов Д.З., Кутуев Р.А.	2008, Екатеринбург
103		Новый способ и прибор для быстрого измерения поверхностного натяжения расплава и их использование в литейном производстве. Met. And Mater. Trans. B.2008. 39, № 1, с. 46-55, ил., 3 табл. Библ. 27.	Shi Deguan, Li Dayong, Gao Gadi	2008, Китай

104		Плотность и поверхностное натяжение ванадийсодержащих оксидно-фторидных расплавов. Труды 12 Российской конференции «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов», Екатеринбург, 22-26 сент., 2008. Т. 3. Экспериментальное изучение шлаковых расплавов; взаимодействие металл-шлак. Екатеринбург: Имет УрО ран. 2008, с. 184-186, 4 ил.. Библ.4.	Истомин С.А., Рябов В.В.	2008, ИМЕТ УрО РАН
105		Измерение термофизических свойств расплавов методом газопленочной левитации, на примере системы $ZrO_2-Al_2O_3$. Технология и оборудование руднотермических производств. Труды Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Электротермия-2008». Санкт-Петербург, 3-5 июня. 2008. СПб: ВНИИЖ. 2008, с.108-117, 6 ил. Библ.4.	Грищенко Д.В., Удалов Ю.П., Пилузо П.	2008, Санкт-Петербург